Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 1, Spring 2020, p. 1-17

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۷-۱

تعیین ترکیب شیمیایی، فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم گیاه آستاراگالوس پودولوبوس (*Astragalus podolobus*) در مراحل مختلف فنولوژیکی و مقایسهٔ آن با چند گیاه شورزیست در شرایط آزمایشگاهی

فاطمه عقیلی پور[۱]، جواد بیات کوهسار[۲]*، فرزاد قنبری[۲]، مجید محمد اسماعیلی[۳]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۷/۰۳/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۴

چکیده

مطالعه‌ای به‌منظور تعیین ارزش تغذیه‌ای گیاه آستاراگالوس پودولوبوس و مقایسه آن با چند گونه گیاه شورپسند آتریپلکس کانسنس (*Atriplex canescens*)، سالسولاریجیدا (*Salsola rigida*)، لیسیوم (*Lycium barbarum*)، و درمنهٔ دشتی (*Lycium barbarum*) در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. گونه‌های مورد مطالعه در سه مرحله رشد فنولوژیکی (رویشی، گل‌دهی و بذردهی) از منطقه داشلی برون گنبد کاووس جمع‌آوری شدند. نتایج نشان داد که در بین گونه‌های مختلف، از نظر ترکیب شیمیایی اختلاف وجود دارد (P<۰/۰۵). مقدار ماده آلی در دامنهٔ ۶۳/۷۷ تا ۸۹/۳۳ درصد بود که بالاترین و پایین‌ترین مقدار آن به ترتیب در درمنهٔ دشتی در مرحله گل‌دهی (۸۹/۳۳ درصد) و گونه سالسولا در مرحله بذردهی (۶۶/۵۰ درصد) مشاهده شد. بین گونه‌های مختلف از نظر پتانسیل و نرخ تولید گاز اختلاف وجود داشت (P<۰/۰۵)؛ بالاترین مقدار پتانسیل تولید گاز در مرحله رشد رویشی مربوط به گونه درمنهٔ دشتی و در مراحل گل‌دهی و بذردهی مربوط به گونهٔ آتریپلکس بود. گونه سالسولا پایین‌ترین مقدار قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر را داشت. بین گونه‌های مختلف از نظر قابلیت هضم ماده خشک در مرحله رشد رویشی اختلاف وجود داشت (P<۰/۰۱). بالاترین و پایین‌ترین قابلیت هضم ماده خشک به‌ترتیب مربوط به گونهٔ درمنهٔ دشتی (۵۸/۶۶ درصد) و آتریپلکس (۵۰ درصد) بود. بالاترین مقدار عامل تفکیک در مرحله رشد رویشی مربوط به گونه سالسولا (۷/۳۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و پایین‌ترین مقدار در مرحلهٔ بذردهی مربوط به گونهٔ لیسیوم (۳/۴۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بود. به طور کلی نتایج نشان داد که گونه‌های آستاراگالوس پودولوبوس و درمنهٔ دشتی در مقایسه با سایر گونه‌ها، از قابلیت هضم ماده خشک، قابلیت هضم ماده آلی و تولید پروتئین میکروبی بالاتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: آستاراگالوس پودولوبوس، ارزش تغذیه‌ای، تولید گاز، گیاهان شورزیست.

مقدمه

بخش بزرگی از سرزمین ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است که دارای مناطق وسیع اراضی شور و کویری است و بنا به گزارشات موجود حدود ۱۲/۵ درصد ازعرصه کشور به این مناطق تعلق دارد. این مقدار که تقریباً معادل کل اراضی زراعی کشور می‌باشد می‌بایست مورد توجه مدیران، برنامه‌ریزان و کارشناسان قرارگیرد (۲۴).

استان گلستان نیز دارای مناطق بسیار وسیعی از خاک‌های شور و قلیایی است که بیشتر در قسمت‌های شمالی استان قراردارند که بالغ بر ۱۶۷ هزار هکتار وسعت می‌باشد. بخشی از این اراضی با توجه به‌نوع پوشش گیاهی به‌عنوان مرتع هم در تغذیه دام استفاده می‌شود. از طرفی، همراه با افزایش شوری خاک و آب در بسیاری از مناطق جهان، چالش‌های جدی در تولید محصولات کشاورزی ایجاد شده است. اما برخی از گیاهان قادر به رشد در زمین‌های شور بوده و می‌توانند با مصرف توسط دام تبدیل به گوشت، شیر، پشم و دیگر محصولات شوند (۱۸). از این گذشته، فقر پوشش گیاهی مراتع و افزایش جمعیت دامی چراکننده همراه با مدیریت ضعیف چرا در مناطق خشک موجب وارد آمدن صدمات جدی به پوشش طبیعی این نواحی شده است.

در راستای اصلاح و احیاء مراتع به ویژه مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک با داشتن اکوسیستم‌های متفاوت و پیچیده اقدام به کشت

۱- دانشجو آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم دامی، دانشگاه گنبد کاووس
۲- استادیار، گروه علوم دامی، دانشگاه گنبد کاووس
۳- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه گنبد کاووس
(*-ایمیل نویسنده مسئول: javadbayat90@gmail.com)
DOI:10.22067/ijasr.v12i1.73340

گونه‌های غیربومی وارداتی شد که مشکلات خاص خود را به وجود آورده است. مثلاً در مراتع خشک و نیمه‌خشک استان گلستان گونه‌های وارداتی آتریپلکس کشت می‌گردد که با وجود تولید علوفهٔ مناسب، دارای معایبی از جمله افزایش تدریجی شوری سطح خاک، عدم زادآوری طبیعی گیاه در سال‌های پس از استقرار، ایجاد اختلالات متابولیکی در دام‌ها، اثرات منفی بر گیاهان بومی رویشگاه، افزایش آفات در عرصه مورد کاشت و نابودی گیاه به علت سرمای شدید را نام برد که بی‌شک پس از نابودی، باز کاشت آن علاوه بر کاهش تولید علوفه، موجب افزایش هزینه‌های اقتصادی نیز خواهد گردید (۶). با توجه به موارد اشاره شده فوق، ضرورت معرفی، تکثیر و استقرار گونه‌های بومی با سازگاری و عملکرد بالا احساس می‌شود که در این مورد می‌توان از گون‌های دیوخار و درمنه نام برد که در مراتع قشلاقی ترکمن صحرا رویش دارد. از بین گون‌ها می‌توان از گونه بومی ایران آستاراگالوس پودولوبوس با نام فارسی یونجه وحشی نام برد (۴۰). این گونه با ویژگی‌های مناسب علوفه‌ای، دارای سازگاری بالا در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد که کشت و استقرار آن برای بسیاری از مراتع ایران می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. این گونه محافظ خاک است و علوفه مرغوب و ویژگی‌های بسیار عالی دیگر دارد که می‌توان از آن در توسعه و اطلاح بسیاری از مراتع مناطق خشک و نیمه خشک استفاده کرد (۴۰). این گونه از با ارزش‌ترین گون‌های بدون خار کشور است که با گسترهٔ نسبتاً زیاد در مراتع میان‌بند و ییلاقی، عموماً به صورت گونهٔ همراه در ترکیب تیپ‌های مرتعی مشاهده می‌شود. علاوه بر مقاومت به گرما، به‌شدت به سرما (تا۳۰- درجه سانتی‌گراد) و یخبندان نیز مقاوم می‌باشد (۴۰). از ویژگی‌های جالب این گیاه تغییر فرم رویشی آن در اقلیم‌های مختلف می‌باشد. به‌طوری‌که در اقلیم نیمه‌خشک که بارندگی بیشتر است و رطوبت بیشتری در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، گیاه تقریباً حالت علفی و در مناطق خشک، فرم بوته‌ای و حتی گاهی درختچه‌ای به خود می‌گیرد. ریشه گیاه راست و با انشعابات نسبتاً کم که عمق نفوذ آن در برخی رویشگاه‌ها تا ۸۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شده است. تاج گیاه وسیع و گاهی تا قطر یک متر دیده شده است که به همراه اندام‌های هوایی توپی و فشرده، آن را به عنوان گیاه بسیار مناسبی برای حفاظت خاک معرفی می‌نماید (۴۰). این گونهٔ خوش‌خوراک بوده و به‌خوبی توسط گوسفند، بز و گاو چرا می‌گردد. به‌طوری‌که عموماً این چرا به صورت مکرر و تا سطح طوقه صورت می‌گیرد. با این حال، علی‌رغم این شدت چرا، به واسطه مقاومت بسیار خوب گیاه نسبت به بهره‌برداری‌های نامناسب، از این حیث، کمتر صدمه دیده و عموماً به طور طبیعی به رشد و رویش ادامه می‌دهد و خود را بازسازی می‌نماید. همچنین چرای معقول دام بر روی آن اثر مثبت فیزیولوژیک دارد. به‌طوری‌که اگر گیاه یک سال مورد چرا و بهره‌برداری قرار نگیرد، خشبی شده و اندام‌های هوایی آن فشرده می‌گردند که تقریباً فضای خالی بین شاخه‌های بوته از بین رفته و چرا و استفادهٔ دام از آن به سختی و یا به میزان کم صورت می‌گیرد که باید در مدیریت و بهره‌برداری گیاه، به آن توجه شود. با توجه به وسعت رویشگاه شور و قلیایی منطقه مورد مطالعه و نوع پوشش گیاهی که از گونه‌های شورزیست تشکیل شده است، از چندی قبل در برنامه‌ای اقدام به معرفی، تکثیر و توسعه کشت آستاراگالوس پودولوبوس در این منطقه انجام گرفته است (۲). با این حال، مطالعه‌ای در خصوص ارزش تغذیه‌ای این گونه و مقایسه آن با گیاهان عمده و غالب منطقه که عمدتا شورزیست هستند، انجام نشده است. لذا هدف از انجام این مطالعه، تعیین ارزش تغذیه‌ای گونه آستاراگالوس پودولوبوس و مقایسه آن با چند گونه شورزیست موجود در منطقه با آب و هوای خشک بیابانی و خاک شور بود.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش و گیاهان مورد مطالعه

در این مطالعه، گونه‌های مختلف مورد مطالعه شامل آستاراگالوس پودولوبوس، آتریپلکس کانسنس (*Atriplex canescens*)، سالسولاریجیدا (*Salsola rigida*)، لیسیوم (*Lycium barbarum*) و درمنه دشتی (*Lycium barbarum*) در سه مرحله فنولوژیکی (رویشی، گل‌دهی و بذردهی) از منطقه داشلی‌برون گنبد کاووس با مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ متر ارتفاع از سطح دریا، متوسط بارندگی ده ساله درحدود ۴۵۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد جمع‌آوری شدند. منطقه مورد مطالعه در تمام طبقه‌بندی های اقلیمی از نوع خشک بیابانی محسوب شده به نحوی که میانگین بارش سالیانه ۲۲۲/۹ میلی‌متر می‌باشد. بافت خاک منطقه لسی و اسیدیته کل اشباع آن ۸–۷/۸ می‌باشد. برای نمونه‌گیری پنج محل مشخص و در هر محل از سه نقطه و در هر نقطه ده پایه گیاهی شناسایی و از قسمت‌های قابل استفاده دام نمونه‌برداری شد. مقدار نمونه جمع‌آوری حدود نیم تا یک کیلوگرم بود. نمونه‌ها پس از نمونه‌برداری، داخل پاکت کاغذی ریخته شده و روی پاکتها مشخصات منطقه مورد برداشت نمونه‌ها ثبت گردید. به‌منظور تهیه مخلوطی یکنواخت، نمونه‌های جمع‌آوری شده در آون با درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید و سپس با استفاده از آسیاب با توری یک میلی‌متر (برای اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی) و ۱/۵ میلی‌متری (آزمایش تولید گاز و قابلیت هضم) آسیاب شدند. اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی نمونه‌های گیاهی شامل ماده خشک، پروتئین‌خام و خاکسترخام مطابق با روش AOAC (۵) و اندازه‌گیری مقدار الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی و اسیدی مطابق با روش ون سوست و همکاران (۵۱) انجام شد. اندازه‌گیری سدیم،

پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتومتر (Jenway) و کلسیم، منیزیم و فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتری (Biochrom Libera- S22) اندازه‌گیری شدند. مقدار فنل بر اساس روش مالیک و سینگ (۳۳) اندازه‌گیری شد. مقدار کل مواد مغذی قابل هضم (TDN)، انرژی خالص شیردهی (NE_l) و انرژی خالص رشد با استفاده از معادلات ۱، ۲ و ۳ محاسبه شد (۴۱).

معادله ۱ $$TDN\ (\%) = 81.38+(CP*0.36) - (ADF*0.77)$$

معادله ۲ $$NE_l\ (Mcal\ kg^{-1}) = [(0.0245*TDN) -0.12]$$

معادله ۳ $$NE_g\ (Mcal\ kg^{-1}) = [(0.029*TDN) -1.01]$$

آزمون تولید گاز

برای انجام آزمایش تولید گاز، مایع شکمبه از ۳ راس گوسفند نـر نژاد دالاق (۲/۵ ± ۴۵ کیلوگرم) دارای فیستولای شکمبه‌ای و قبـل از خوراک صبحگاهی گرفته شد. مایع شکمبه با عبور دادن از چهار لایه پارچهٔ متقال صاف و به نسبت ۲:۱ با محلول بزاق مصنوعی در حضور دی‌اکسید کربن مخلـوط و ۳۰ میلـی‌لیتـر از ایـن محلـول بـه داخـل ویال‌های شیشه‌ای ۱۲۵ میلی‌لیتری حاوی ۲۰۰ میلی‌گرم نمونه ریخته شد. سپس سر این ویال‌های شیشه‌ای به کمک درپـوش لاسـتیکی و پوشش آلومینیومی به طور کامل بسته و در حمام آب گرم با دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد. به منظور تصحیح گاز تولید شده ناشی از ذرات باقی‌مانده در مایع شکمبه، ۴ تکرار به عنوان بلانـک در نظـر گرفته شد. فشار گاز تولید شده در فواصل زمـانی۲، ۴، ۶، ۸، ۱۲، ۲۴، ۳۶، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بعـد از انکوباسـیون بـا اسـتفاده از دسـتگاه فشارسنج اندازه‌گیری و حجم گاز تولیدی در هر زمان از رابطه تئودورو و همکاران (۴۹) به دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک معادلـه ارسکوف مکدونالد (۴۳) انجام شد:

معادله ۴ $$P=b(1-e^{-ct})$$

که در این معادله P حجم تولید گاز در زمان t (میلـی‌لیتـر بـه ازاء گرم ماده خشک)، c ثابت نرخ تولید گاز (میلی‌لیتر در سـاعت)، b گـاز تولید شده از بخش قابل تخمیر (میلی‌لیتر) و t مدت زمان انکوباسیون می‌باشد.

قابلیت هضم ماده آلی (معادله ۵) طبق معادلهٔ منک و اسـتینگاس (۳۸) ، انرژی قابل متابولیسم (معادله ۶) طبق روش منک و همکـاران (۳۹) و اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (معادلـه ۷) بـا اسـتفاده از معادلـهٔ گتاچیو و همکاران (۲۱) تخمین زده شد.

معادله ۵

$$OMD\ (\%) = 14.88 + 0.899GP + 0.45CP_1 + 0.065A$$

معادله ۶

$$CF\ 0.0029 + ME\ \ (MJ/kg\ \ DM) = 2.20 + 0.136GP + 0.00574CP_2$$

معادله۷

$$SCFA\ (mmol) = -0.00425 + 0.0222GP$$

در این معادلات GP تولید خالص گاز در ۲۴ ساعت (میلی‌لیتر بـه ازاء۲۰۰ میلی گرم ماده خشک)، CP_1 پروتئین خام (برحسـب درصـد)، A مقدار خاکستر، CP_2 پروتئین خام (گرم در کیلوگرم ماده خشـک) و CF چربی خام (بر حسب درصد) می‌باشد.

اندازه‌گیری قابلیت هضم در شرایط آزمایشگاهی

روش تهیه بزاق مصنوعی و جمع‌آوری مایع شکمبه مطابق آنچـه در آزمون تولید گاز شرح داده شد، صورت گرفت. pH مخلـوط بـافر و مایع شکمبه توسط دستگاه pH متر الکترونیکی (مـدل ۶۹۱، شـرکت Metrohm) کنترل و به ۶/۸ رسانده شد. مقدار ۵۰۰ میلی‌گـرم مـاده خشک نمونه‌های آسیاب شده به همراه ۵۰ میلی‌لیتر بزاق مصـنوعی و مایع شکمبه صاف شده به نسبت ۲ به ۱ در ویال‌های شیشـه‌ای ۱۲۵ میلی‌لیتری ریخته و پس از درپوش‌گذاری، در بن ماری بـا دمـای ۳۹ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت تمامی شیشه‌ها از حمام آب گرم خارج و نمونه‌های موجود در هر ویال، بـا اسـتفاده از پارچه مخصوص از جنس داکرون صـاف شـده و محتویـات هضـم نشده هر ویال جمع‌آوری و درون کروزه‌های با وزن مشـخص انتقـال یافت. کروزه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حـرارت ۶۰ درجـه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس قابلیت هضم ظاهری محاسـبه شـد. کروزه‌های حاوی محتویات هضم نشده به مدت ۶ ساعت در کوره بـا دمای ۵۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. این کار به منظور تعیـین مقدار خاکستر خام مواد هضم نشده موجود در کروزه‌ها صورت گرفت. میزان نیتروژن آمونیاکی نمونه‌ها با استفاده از روش فنل- هیپوکلریت تعیین گردید (۱۶). بدین منظور از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر جهت قرائت جذب نوری استفاده شد. بازده تولید گـاز بـه صورت حجم گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون تقسـیم بـر مقدار ماده تجزیه شدهٔ واقعی (گرم) محاسبه شد. جهت محاسبه تـودهٔ میکروبی تولیـد شـده از معادلـهٔ پیشـنهاد شـدهٔ (معادلـه ۸) بلومـل و همکاران (۱۴) استفاده گردید.

معادله ۸ $$MCP\ (mg)= GP \times (PF - 2.2)$$

در این معادله، MCP تولید تودهٔ میکروبی، PF فاکتور تفکیـک و GP میلی‌لیتر گاز تولید شده در زمان ۲۴ ساعت می‌باشد. برای تعیـین مادهٔ آلـی واقعاً هضـم شـده پـس از پایــان انکوباسـیون، محتـوای شیشه‌ها بـا محلـول شـویندهٔ خنثـی به مدت یـک سـاعت جوشـانده شد. سپس محلول صاف و باقی‌مانده برای خشک شــدن بــه آون و سـپس بـه کـوره منتقل گردید و با کم کردن اعداد بعـد آون و بعــد کـوره از همدیگر، مادهٔ آلی واقعاً هضم شـده محاسـبه شـد. عامـل تفکیک (PF) که نسبت میلی‌گرم ماده آلـی حقیقـی هضـم شـده بـر میلی‌لیتر حجم گاز تولیدی خالص تولیدی می‌باشد، محاسبه شـد. بـازده تـودهٔ میکروبی تولید شده با تقسیم توده میکروبی تولید شده بر مقـدار مـاده آلی حقیقی قابل تخمیر در پایان زمان انکوباسیون و بازده تولید گاز به

صورت حجم گاز تولید شده پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون تقسیم بر مقدار ماده تجزیه شده واقعی(گرم) محاسبه شد.

داده‌های حاصله در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۴۸) نسخهٔ ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به ترکیب شیمیایی گونه‌های مرتعی آستاراگالوس پودولوبوس، آتریپلکس کانیسنس، سالسولا ریجیدا، لیسیوم و درمنه دشتی در سه مرحله رشد رویشی، گلدهی و بذردهی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین گونه‌های مورد مطالعه بیشترین ماده آلی در گونهٔ درمنهٔ دشتی (۸۹/۳۳ درصد) در مرحلهٔ گلدهی و کمترین ماده آلی در گونهٔ سالسولا (۶۶/۵۰ درصد) در مرحله بذردهی می‌باشد که با بقیه گونه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P<0/05$). از نظر خاکستر خام بالاترین و پایین‌ترین مقدار به‌ترتیب مربوط به گونهٔ سالسولا در مرحله بذردهی (۳۳/۵۰ درصد) و گونهٔ درمنهٔ دشتی در مرحله رویشی (۱۰/۵۵ درصد) بود ($P<0/05$). پایین‌ترین مقدار پروتئین خام در مرحله بذردهی مشاهده شد و از این نظر درمنهٔ دشتی (۱/۹۲ درصد) پایین‌ترین و آتری‌پلکس (۴/۴۶ درصد) بالاترین مقدار بود. با افزایش مراحل رشد، مقدار الیاف نامحلول در شوینده خنثی و اسیدی در تمامی گونه‌ها روند افزایشی داشت و از این نظر گونهٔ آستاراگالوس پودولوبوس بالاترین مقدار را در مرحلهٔ بذردهی (۵۶/۰۰ درصد) و گونهٔ آتری‌پلکس کمترین مقدار را در مرحلهٔ رویشی (۲۳/۰۰ درصد) داشت.

در مطالعهٔ هرمزی‌پور و همکاران (۲۳) میزان ماده آلی شش گونهٔ گیاهی منطقهٔ سیستان بین ۸۱/۰۸ تا ۹۲/۳۶ درصد گزارش شد. در این مطالعه کمترین مقدار مقدار مادهٔ آلی حدود ۶۶/۵۰ درصد بود که در توافق با نتایج پیروی (۴۴) بود که حداقل مقدار مادهٔ آلی را ۶۳/۷۷ درصد گزارش کرد. به‌نظر می‌رسد که با افزایش مقدار شوری محیط به علت جذب و تجمع عناصر معدنی و افزایش محتوی خاکستر، سهم مادهٔ آلی گیاهان کاهش می‌یابد (۷). در حقیقت بالا بودن میزان خاکستر در این گونه‌های گیاهی را می‌توان به شوری زیاد خاک و خاصیت این گیاهان در جذب کاتیون‌ها نسبت داد. در بین پنج گونهٔ مورد مطالعه، گونهٔ آستاراگالوس پودولوبوس و درمنهٔ دشتی پایین‌ترین مقدار خاکستر را داشتند. حسینی نژاد و همکاران (۲۵) با بررسی ارزش تغذیه‌ای پنج گونهٔ شورزیست سیستان، بالاترین مقدار خاکستر را مربوط به گیاه سالسولا گریفیتی (۴۶/۸۷ درصد) گزارش کردند. عمدهٔ دلایلی که برای توجیه تفاوت در مقادیر خاکستر خام گونه‌های شورزیست ذکر شده است شامل مرحله فنولوژیکی، اجزای گیاهی، فصل، منطقه رویشی، شرایط متفاوت محیطی و گونهٔ گیاه می‌باشد (۱۱و ۱۸). مقدار خاکستر گونه‌های مختلف خانواده آتریپلکس در نومولاریا از ۱۹/۸ تا ۳۴/۴ (۵۰)، لینتفورمیس، ۱۲/۳ درصد (۳)، کانسنس، ۱۷/۲ درصد (۴۶) گزارش شده است.

مقدار پروتئین‌خام برای تمامی گونه‌ها در همهٔ مراحل رشد در دامنهٔ ۱/۹۲ تا ۷/۳۸ درصد قرار داشت. در مطالعه کوچکی و همکاران (۲۷) مقدار پروتئین خام ۱۲ گونهٔ شورپسند بین ۸/۲ تا ۱۹/۲ درصد و در مطالعهٔ باشتنی و همکاران (۱۰) برای پنج گونهٔ شورپسند بین ۶/۲ تا ۱۱/۶۳ درصد گزارش شده است؛ هر چند در این مطالعات یک مرحله رشد در نظر گرفته شده بود. در این مطالعه با افزایش مراحل رشد مقدار پروتئین خام روند نزولی داشت که همسو با نتایج ابرسجی و همکاران (۱) بود. با برداشت گیاهان در سنین بالا، کاهش معنی داری در مقدار نیتروژن همه آن‌ها مشاهده شد (۳۰). به نظر می‌رسد علت کاهش درصد پروتئین همسو با افزایش مراحل رشد این باشد که متناسب با رشد گیاه، قسمت‌های الیافی گیاه توسعه بیشتری یافته و دیواره سلولی به طرف سلولزی شدن پیش می‌رود که از این جهت می‌تواند درصد مواد مغذی و به ویژه پروتئین خام را تحت تاثیر قرار دهد. هرچند پایین بودن مقدار پروتئین خام در مرحلهٔ بذردهی به ریزش بذرها نیز نسبت داده شده است (۲۶). ابرسجی و همکاران (۱) با بررسی کیفیت گونه مرتعی سولا (*Hedysarum coronarium*) در سه مرحلهٔ فنولوژی نشان دادند که با بالغ شدن گیاه مقدار پروتئین خام کاهش یافته و در مرحلهٔ رسیدن بذر به حداقل خود می‌رسد. بخش اعظم پروتئین خام گیاهان شورزیست به‌صورت ترکیبات غیر-پروتئینی همانند نیترات، گلایسین، بتائین و پرولین است (۳۷). گلایسین، بتائین و پرولین در برگ‌های این گیاهان وجود داشته و به گیاه در زمان استرس‌های کم آبی کمک می‌کنند. هر چند می‌توان بخشی از تفاوت در مقادیر پروتئین خام را به تفاوت در گونه‌های مورد مطالعه نیز نسبت داد. به عنوان مثال، مقدار پروتئین‌خام در گونه‌ای از آتریپلکس (*Atriplex dimorphostegia*) ۶/۲۲ درصد (۴۷) و آتریپلکس کانسنس ۱۰/۰۴ درصد (۴۶) گزارش شد. همچنین در این مطالعه، بالاترین مقدار پروتئین خام در گونهٔ سالسولا ریجیدا در مرحلهٔ گل‌دهی ۴/۶۷ درصد گزارش شد که بسیار پایین‌تر از مقدار گزارش شده (۱۰/۲۳ درصد) توسط رزاقی و همکاران (۴۶) بود.

در این مطالعه، به‌موازات افزایش مراحل رشد مقدار دیوارهٔ سلولی گونه‌های مورد مطالعه روند افزایشی نشان داد و در دامنهٔ ۲۳ تا ۵۳ درصد در مراحل مختلف رشد قرار داشت. الشاعر (۱۸) میزان الیاف برگ‌های گیاهان شورزیست در مناطق بیابانی مصر را در دامنهٔ ۳۰ تا ۴۵ درصد برای NDF و ۱۵ تا ۲۹ درصد برای ADF گزارش کرد. براساس گزارش باشتنی و توکلی (۱۰) میزان فیبر خام پنج گونه گیاه شورپسند بین ۸/۶ تا ۲۰/۵ درصد متغیر بود. مواد فیبری و خاکستر گیاهان شورزیست بالاست و با کاهش پروتئین و انرژی خام، این ترکیبات افزایش یافته و هم‌چنین با پیشرفت در بلوغ گیاهان میزان ترکیبات فیبری آن افزایش می‌یابد. با افزایش سن گیاه نیاز به بافت

ساختمانی افزایش می‌یابد و در نتیجه مقادیر کربوهیدرات‌های ساختمانی آن مانند سلولز و همی‌سلولز و لیگنین آن افزایش می‌یابد (۳۱). گزارش شده است که با افزایش سن علوفه‌های مرتعی، محتوی دیوارهٔ سلولی گونه‌های پهن‌برگ و بوته‌ای افزایش می‌یابد (۳۰). ابرسجی و همکاران (۱) گزارش کردند که با پیشرفت مرحلهٔ رشد گیاه، از رویشی به بذردهی، کیفیت و ارزش غذایی آن‌ها کاهش می‌یابد. همزمان با رشد تدریجی گیاه نسبت برگ به ساقه کاهش یافته و با رشد کامل گیاه، بیشترین حجم تولید علوفه به ساقه اختصاص دارد که در مرحلهٔ رشد رویشی و گلدهی، برگ‌ها و ساقه‌ها تازه و سرسبز هستند و با بالغ شدن گیاه، بر میزان کربوهیدرات‌های ساختاری افزوده می‌شود. زندی‌اصفهانی و همکاران (۵۳) گزارش نمودند که برگ‌ها نسبت به ساقه‌ها معمولا دارای پروتئین خام بیشتری هستند و بالعکس، ساقه‌ها بیشترین میزان الیاف را دارند. به طور کلی، با بلوغ گیاه، غلظت دیوارهٔ سلولی در ساقه و برگ افزایش و نسبت محتویات محلول سلول کاهش و میزان الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی افزایش می‌یابد به عبارت دیگر لیگنینی شدن گیاه اتفاق می‌افتد. اختلاف در مواد مغذی گیاهان شورزیست را می‌توان به مرحله برداشت گیاه، شرایط محیطی و آب و هوایی منطقه و توانایی آن‌ها برای دریافت مواد مغذی از خاک نسبت داد. در این مطالعه احتمالاً بتوان بخشی از تغییرات و مغایرت نتایج با سایر مطالعات را به روش متفاوت نمونه‌گیری نسبت داد. در این مطالعه سعی بر این بود که نمونه‌گیری از قسمت‌های قابل مصرف دام گونه‌های گیاهی صورت گیرد. لذا، برای درمنهٔ دشتی نمونه‌گیری شامل برگ و ساقه‌ها بود و برای گونه‌های شورزیست از قسمت‌های برگ صورت پذیرفت.

در این مطالعه، مقادیر کل مواد مغذی قابل هضم، انرژی خالص شیردهی و انرژی خالص رشد در مرحلهٔ بذردهی پایین‌تر از مراحل رویشی و گلدهی بود. در گونهٔ آستاراگالوس پودولوبوس مقدار کل مواد مغذی قابل هضم، مقدار انرژی خالص شیردهی و انرژی خالص رشد در مرحلهٔ گلدهی بالاترین و در سایر گونه‌ها در مرحلهٔ رویشی بالاترین مقدار بود.

بالاترین مقدار سدیم و پتاسیم در هر سه مرحلهٔ فنولوژیکی، در گونهٔ آتریپلکس مشاهده شد. بن‌سالم و همکاران (۱۱ و ۱۲) گزارش کردند ترکیب مواد معدنی گیاهان شورزیست ممکن است به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر نمک‌های موجود در آب و خاک تغییر یابد. غلظت مواد معدنی گیاهان شورزیست وابسته به میزان مواد معدنی تجمع یافته در برگ این گیاهان است. اغلب نمک‌های گیاهان شورزیست به‌صورت کلر و سدیم و کلر و پتاسیم است. با این حال این گیاهان دارای غلظت بالایی از کلسیم، گوگرد و فسفر نیز هستند که می‌توانند باعث عدم تعادل در متابولیسم مواد معدنی دام‌های مصرف کننده شود. پژوهشگران میزان سدیم گونهٔ غالب آتریپلکس را ۴/۱ تا ۷/۹ درصد ماده‌خشک و کلر را ۱۱ درصد ماده خشک نیز گزارش کردند. سطح مختلف کاتیون- آنیون گونه‌های مختلف آتریپلکس وابسته به معادلهٔ مورد استفاده برای محاسبه آن در برخی نمونه‌های جمع‌آوری شده در استرالیا بین ۶۰ تا ۹۰ میلی اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ماده خشک تخمین زده شده است. مسترز و همکاران (۳۶) گزارش کردند که پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌توانند در مقادیر حداکثر سطوح قابل تحمل ۲، ۱/۵ و ۰/۶ درصد برای نشخوارکنندگان در گیاهان شورزیست تجمع یابند. مقدار فنل کل بین گونه‌های مختلف در مراحل رشد رویشی و گل‌دهی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، با این حال، بالاترین مقدار فنل در مرحلهٔ بذردهی در گونهٔ لیسیوم و پایین‌ترین مقدار در گونه سالسولا مشاهده شد.

جدول ۱– ترکیب شیمیایی آستاراگالوس پودولوبوس در مراحل مختلف فنولوژیکی و مقایسه آن با چند گیاه شورزیست (درصد ماده خشک)[1]

Table 1– Chemical composition of *Astragalus podolobus* in different phonological stages and compared it with some halophyte plants (% DM)[1]

	تیمارها Tretments					میانگین اشتباه استاندارد SEM	سطح معنی داری P-*value*
	آستاراگالوس پودولوبوس *Astragalus podolubos*	آتریپلکس کانسسن *Atriplex canescens*	سالسولا ریجیدا *Salsola rigida*	لیسیوم *Lyceum barbarum*	درمنه دشتی *Artemisia Sieberi*		
ماده آلی OM							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	87.66[a]	79.66[b]	76.33[c]	79.33[b]	87.00[a]	0.298	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	87.50[b]	79.16[c]	69.16[e]	77.35[d]	89.33[a]	0.288	0.0001
مرحلهٔ بذردهی Seeding	85.83[b]	79.5[e]	66.50[e]	71.33[d]	87.00[a]	0.130	0.0001

			خاکستر خام Ash				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	10.89^{c}	20.86^{b}	23.22^{a}	20.33^{b}	10.55^{c}	0.567	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	12.16^{d}	20.83^{c}	30.83^{a}	22.66^{b}	10.67^{e}	0.288	0.0001
مرحلهٔ بذردهی Seeding	14.16^{d}	20.50^{c}	33.50^{a}	28.67^{b}	13.00^{e}	0.130	0.1000
پروتئین خام CP							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	4.34^{c}	4.76^{bc}	4.54^{c}	6.99^{ab}	7.38^{a}	0.650	0.0532
مرحلهٔ گلدهی Flowering	4.44^{C}	6.32^{ab}	4.67^{bc}	6.88^{a}	5.08^{bc}	0.473	0.0547
مرحلهٔ بذردهی Seeding	3.57^{ab}	4.46^{a}	2.20^{bc}	2.74^{bc}	1.92^{c}	0.372	0.0231
			الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی NDF				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	34.00^{a}	31.00^{ab}	23.00^{c}	28.00^{be}	31.00^{ab}	1.48	0.022
مرحلهٔ گلدهی Flowering	42.00^{a}	42.00^{a}	35.00^{b}	36.00^{b}	35.00^{b}	1.095	0.0103
مرحلهٔ بذردهی Seeding	46.00^{a}	53.00^{ab}	50.00^{ab}	47.00^{b}	37.00^{c}	1.949	0.006
			الیاف نامحلول در شویندهٔ اسیدی ADF				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	18.00^{a}	9.00^{b}	15.00^{a}	9.00^{b}	16.00^{a}	1.48	0.022
مرحلهٔ گلدهی Flowering	15.00^{ab}	11.00^{b}	17.00^{ab}	13.00^{b}	20.00^{a}	1.78	0.087
مرحلهٔ بذردهی Seeding	26.00^{ab}	14.00^{e}	27.00^{a}	20.00^{bc}	30.00^{a}	1.84	0.0089
			همی‌سلولز HEM				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	16.00^{b}	22.00^{a}	8.00^{c}	19.00^{ab}	15.00^{b}	1.095	0.0021
مرحلهٔ گلدهی Flowering	27.00^{a}	31.00^{a}	18.00^{b}	23.00^{ab}	15.00^{b}	2.19	0.0174
مرحلهٔ بذردهی Seeding	30.00^{b}	39.00^{a}	23.00^{c}	27.00^{bc}	7.00^{d}	1.788	0.0005
			کل مواد مغذی قابل هضم TDN (%)				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	69.08^{b}	76.16^{a}	71.46^{a}	76.96^{a}	71.71^{b}	1.17	0.020
مرحلهٔ گلدهی Flowering	71.43^{abc}	75.18^{a}	70.00^{bc}	73.84^{ab}	67.81^{c}	1.34	0.057
مرحلهٔ بذردهی Seeding	62.64^{bc}	72.20^{a}	61.38^{c}	66.96^{ab}	58.97^{c}	1.46	0.0078
			انرژی خالص شیردهی (مگاژول در کیلوگرم) NEl (mj/Kg)				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	1.572^{b}	1.746^{a}	1.630^{b}	1.765^{a}	1.637^{b}	0.028	0.020
مرحلهٔ گلدهی Flowering	1.630^{abc}	1.722^{a}	1.595^{bc}	1.689^{ab}	1.541^{c}	0.032	0.057

مرحلهٔ بذردهی Seeding	1.415^{bc}	1.649^{a}	1.384^{c}	1.521^{ab}	1.325^{c}	0.0357	0.0077
انرژی خالص رشد (مگاژول در کیلوگرم) NE_g (mj/Kg)							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	0.993^{b}	1.199^{a}	1.062^{b}	1.222^{a}	1.069^{b}	0.0339	0.0199
مرحلهٔ گلدهی Flowering	1.061^{abc}	1.17^{a}	1.02^{bc}	1.13^{ab}	0.956^{c}	0.0388	0.0573
مرحلهٔ بذردهی Seeding	0.807^{bc}	1.084^{a}	0.770^{c}	0.932^{ab}	0.700^{c}	0.0425	0.0079
سدیم Sodium							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	8.50^{c}	17.31^{a}	8.06^{d}	8.36^{cd}	10.65^{b}	0.098	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	11.90^{c}	16.14^{a}	13.23^{b}	13.25^{b}	11.75^{c}	0.105	0.0001
مرحلهٔ بذردهی Seeding	12.48^{d}	17.85^{a}	12.34^{d}	14.24^{c}	16.185^{b}	0.290	0.0002
پتاسیم Potassium							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	24.5^{b}	30.02^{a}	12.85^{d}	18.92^{c}	21.25^{c}	0.928	0.0004
مرحلهٔ گلدهی Flowering	21.95^{b}	29.55^{a}	14.52^{d}	19.50^{bc}	19.15^{c}	0.686	0.0002
مرحلهٔ بذردهی Seeding	25.57^{c}	32.67^{a}	17.52^{d}	18.87^{d}	28.65^{b}	0.616	0.0001
منیزیم Magnesium							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	1.73^{a}	$0.65^{b\ b}$	0.83^{b}	0.88^{b}	0.58^{b}	0.092	0.0017
مرحلهٔ گلدهی Flowering	2.09^{a}	1.33^{b}	0.99^{bc}	0.94^{c}	1.005^{bc}	0.101	0.002
مرحلهٔ بذردهی Seeding	2.35^{a}	1.25^{b}	1.1^{b}	1.48^{b}	1.06^{b}	0.122	0.0033
کلسیم Calcium							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	0.255^{c}	1.085^{a}	0.51^{bc}	0.90^{ab}	0.125^{c}	0.0119	0.0091
مرحلهٔ گلدهی Flowering	0.31^{d}	0.97^{c}	1.08^{bc}	1.25^{b}	2.39^{a}	0.069	0.0001
مرحلهٔ بذردهی Seeding	1.06^{c}	1.29^{b}	1.23^{bc}	1.32^{b}	2.77^{a}	0.049	0.0001
فسفر Phophor							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	0.045^{ab}	0.035^{b}	0.035^{b}	0.045^{ab}	0.055^{a}	0.005	0.044
مرحلهٔ گلدهی Flowering	0.04	0.035^{ab}	0.035^{b}	0.035^{b}	0.055^{a}	0.004	0.089
مرحلهٔ بذردهی Seeding	0.045^{b}	0.045^{b}	0.05^{a}	0.035^{c}	0.055^{a}	0.006	0.061
فنل (میلی‌گرم بر گرم ماده خشک) Phenol (mg/g DM)							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	5.74	6.28	6.01	6.21	5.16	0.88	0.89

مرحلهٔ گلدهی Flowering	14.12	14.30	12.35	14.61	14.86	1.103	0.568
مرحلهٔ بذردهی Seeding	16.26[ab]	14.27[b]	12.38[b]	21.39[a]	17.14[ab]	1.66	0.045

[۱] در هر ردیف اعداد با حروف غیرمشابه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

نتایج مربوط به پتانسیل و نرخ تولید گاز گیاهان شورزیست مورد مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین گونه‌های مختلف از نظر پتانسیل و نرخ تولید گاز در مراحل مختلف رشد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (P<۰/۰۵). از این نظر، در مرحلهٔ رشد رویشی بالاترین مقدار پتانسیل تولید گاز مربوط به درمنهٔ دشتی (۴۴۳/۱ میلی‌لیتر) و پایین‌ترین مقدار مربوط به گیاه سالسولا (۳۵۷/۵ میلی‌لیتر) بود. در مرحلهٔ گلدهی بالاترین و پایین‌ترین مقدار پتانسیل تولید گاز به‌ترتیب مربوط به آتریپلکس و لیسیوم بود. با افزایش مراحل رشد به مرحله بذردهی پتانسل تولید گاز روند کاهشی داشت؛ به‌طوری‌که نسبت به مرحله رویشی در آستاراگالوس پودولوبوس، آتریپلکس، سالسولا، لیسیوم و درمنهٔ دشتی به ترتیب کاهش ۸۰/۷، ۴۷/۵، ۴۰، ۶۵/۲ و ۸۶/۹ میلی‌لیتری رخ داد. از نظر فراسنجه‌های تخمینی، گونهٔ سالسولا پایین‌ترین مقدار قابلیت هضم ماده آلی، انرژی قابل متابولیسم و غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر را در مقایسه با سایر گونه‌ها در همه مراحل رشد داشت. در مطالعه رزاقی و همکاران (۴۶) برای دو گونهٔ آتریپلکس کانسنس و سالسولا ریجیدا مقدار انرژی قابل متابولیسم به ترتیب ۶/۴۹ و ۶/۰۳ مگاژول در کیلوگرم ماده خشک و غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر به ترتیب ۰/۶ و ۰/۵۲ میلی‌مول گزارش شده است که همسو با نتایج این مطالعه بود. در مطالعهٔ عزیزی و محمدی (۹) مقادیر انرژی قابل متابولیسم و غلظت اسیدهای چرب کوتاه زنجیر گزارش شده برای دو گونه آستارگالوس (آنگوستی فلوروس و کوروپروستریس) بالاتر از مقادیر گزارش شده در این مطالعه بود که احتمالاً به خاطر تفاوت در شرایط آب و هوایی و اقلیمی و نوع خاک و دیگر ویژگی‌های رویشگاهی باشد (۱۹).

داده‌های حاصل از تولید گاز در شرایط برون‌تنی در مطالعه لانگ و همکاران (۳۰) نیز به وضوح اثرات منفی بلوغ بر ارزش غذایی علوفه‌های مرتعی را نشان داده شده است. کاهش گاز تولیدی و پارامترهای تخمینی همسو با افزایش در بلوغ گیاه را می‌توان به تغییر در ساختار فیزیکی گیاهان و نیز تغییر ترکیب شیمیایی نسبت داد (۳۵). با توجه به نتایج، همسو با افزایش مراحل رشد مقدار پروتئین خام کاهش و مقدار خاکستر خام و الیاف نامحلول در شوینده خنثی افزایش یافته است. فراسنجه‌های تولید گاز و قابلیت هضم ماده آلی با میزان الیاف نامحلول در شویندهٔ خنثی و اسیدی و میزان لیگنین همبستگی منفی دارند. محتویات سلول به آسانی و به طور کامل هضم می‌شود در حالی که دیوارهٔ سلولی به آرامی و تنها تا حد معینی که به درجه لیگنینی شدن وابسته است، قابل هضم می‌باشد (۴۵). لیگنین به عنوان یک بخش غیرقابل هضم در نظر گرفته می‌شود که از دسترسی آنزیم‌های میکروبی به پلی‌ساکاریدهای ساختاری دیوارهٔ سلولی ممانعت به عمل می‌آورد. نتایج نشان می‌دهد که در بیشتر گونه‌ها با بلوغ گیاه از میزان گاز تولیدی کاسته می‌شود (۴و ۵۳). همسو با افزایش در مراحل رشد و بلوغ گیاهان، مقدار دیوارهٔ سلولی آنها نیز افزایش یافته که می‌تواند مانعی در برابر فعالیت میکروارگانیسم باشد و منجر به کاهش تولید گاز شود؛ چرا که افزایش این مقادیر، موجب کاهش قندهای محلول گردیده و در نهایت موجب کاهش هضم، تخمیر و تولید گاز گردد (۲۰ و ۳۲). در این مطالعه با افزایش سن گیاهان، مقدار دیوارهٔ سلولی افزایش و مقدار پروتئین خام کاهش یافته است و از این رو، قابلیت هضم و انرژی قابل متابولیسمی آنها کاهش یافته است. لاربی و همکاران (۲۸) رابطه مثبتی بین میزان پروتئین خام و تولید گاز نشان دادند. لودادیو و همکاران (۲۹) رابطه منفی بین کربوهیدراتهای ساختاری و پروتئین خام گیاهان شورزیست را گزارش نمودند که با نتایج حاصل مطابقت داشت.

در برخی از مطالعات (۲۵ و ۱۸) رابطهٔ معکوس بین خاکستر و انرژی قابل متابولیسم گزارش شده است. در این مطالعه، گیاه سالسولا بالاترین مقدار خاکستر و پایین‌ترین مقدار انرژی قابل متابولیسم را در مقایسه با سایر گونه‌ها در همه مراحل رشد داشت که در توافق با نتایج حسینی‌نژاد و همکاران (۲۵) بود.

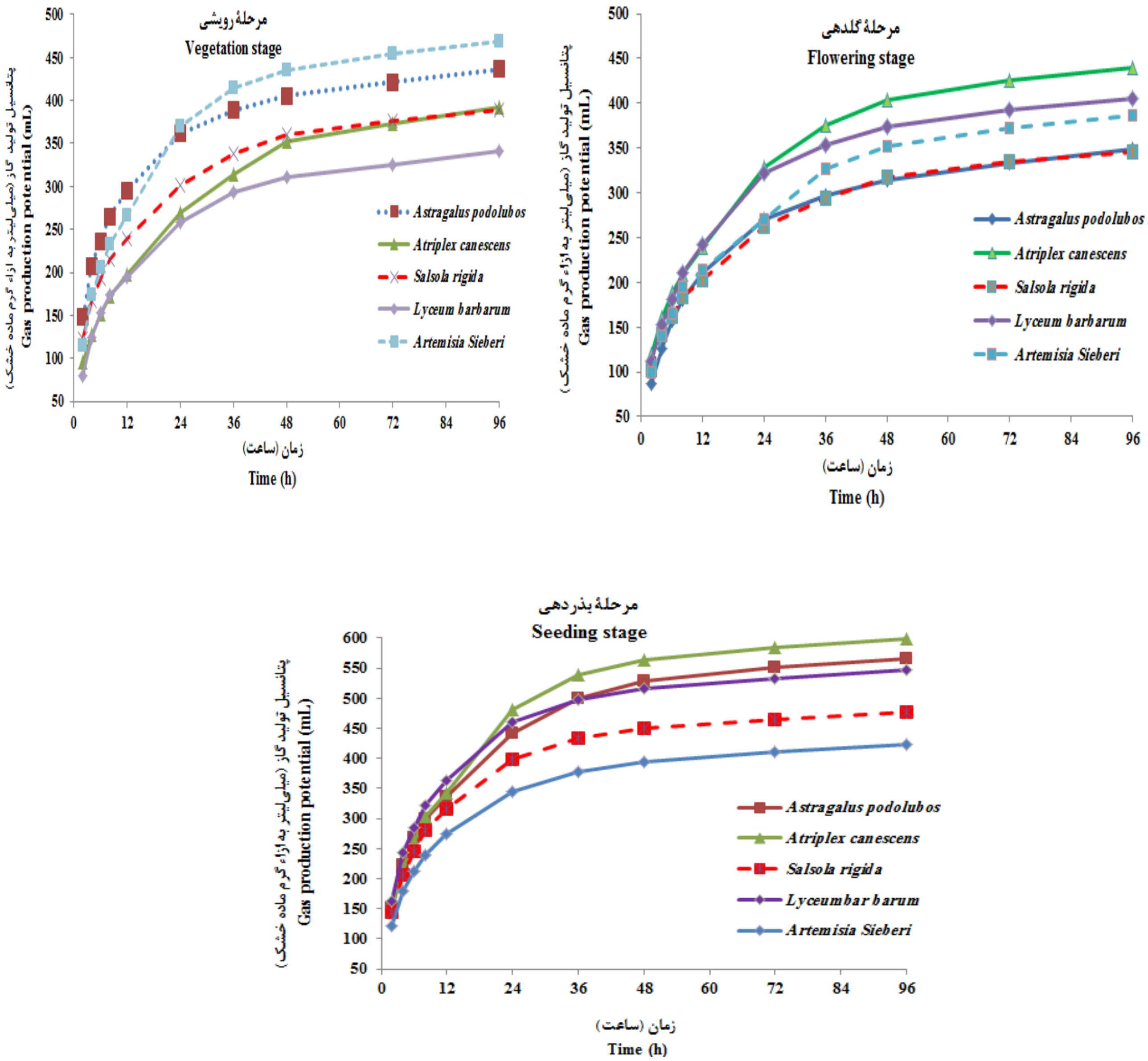
جدول ۲- پتانسیل و فراسنجه‌های تولید گاز آستراگالوس پودولوبوس در مراحل مختلف فنولوژیکی و مقایسه آن با چند گیاه شورزیست[۱]

Table 2- Gas production parameters of *Astragalus podolobus* in different phonological stages and compared it with some halophyte plants[1]

	تیمارها Treatments						
	آستاراگالوس پودولوبوس *Astragalus podolubos*	آتریپلکس کانسنس *Atriplex canescens*	سالسولا ریجیدا *Salsola rigida*	لیسیوم *Lyceum barbarum*	درمنه دشتی *Artemisia Sieberi*	میانگین اشتباه استاندارد *SEM*	سطح معنی‌داری *P*-value
			پتانسیل تولید گاز (میلی‌لیتر به ازاء گرم ماده خشک) (a+b)				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	402.5±8.72	410.9±10.47	357.5±8.08	379.4±7.14	443.1±11.18	–	–
مرحلهٔ گلدهی Flowering	330.1±11.04	371.2±11.70	348.7±7.68	316±6.59	395.2±8.64	–	–
مرحلهٔ بذردهی Seeding	321.8±8.80	363.5±9.71	317.6±9.07	314.2±10.44	365.2±9.34	–	–
			نرخ تولید گاز (میلی‌لیتردر ساعت به ازا گرم ماده خشک) c				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	0.146±0.0114	0.075±0.0063	0.121±0.0094	0.096±0.0067	0.093±0.0078	–	–
مرحلهٔ گلدهی Flowering	0.102±0.0094	0.089±0.0074	0.109±0.106	0.102±0.0064	0.092±0.0079	–	–
مرحلهٔ بذردهی Seeding	0.104±0.0073	0.093±0.0063	0.127±0.0076	0.129±0.0091	0.121±0.0092	–	–
		قابلیت هضم ماده آلی (درصد) OMD					
مرحلهٔ رویشی Vegetation	56.71^{a}	42.48^{b}	37.98^{c}	54.78^{a}	57.47^{a}	1.19	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	52.96^{a}	41.59^{b}	34.29^{c}	54.29^{c}	44.87^{b}	1.42	0.0001
مرحلهٔ بذردهی Seeding	51.16^{a}	42.63^{b}	35.69^{c}	51.39^{a}	48.90^{a}	1.45	0.0001
			انرژی قابل متابولیسم (مگاژول در کیلوگرم ماده خشک) ME				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	8.52^{a}	6.373^{b}	5.693^{c}	8.23^{a}	8.641^{a}	0.180	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	7.95^{a}	6.23^{b}	5.12^{c}	7.12^{a}	6.73^{b}	0.215	0.0001
مرحلهٔ بذردهی Seeding	7.68^{a}	6.39^{b}	5.28^{c}	7.70^{a}	7.34^{a}	0.220	0.0001
			اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (میلی‌مول) SCFA				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	1.028^{a}	0.676^{b}	0.565^{c}	0.979^{a}	1.046^{a}	0.0294	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	0.935^{a}	0.654^{b}	0.473^{c}	0.873^{ab}	0.735^{b}	0.0351	0.0001
مرحلهٔ بذردهی Seeding	0.891^{a}	0.680^{b}	0.498^{c}	0.894^{a}	0.835^{a}	0.0359	0.0001

[۱] در هر ردیف اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف آماری دارند (۰/۰۵ >P).

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).



شکل ۱- منحنی تولید گاز آستاراگالوس پودولوبوس در مراحل مختلف فنولوژیکی و مقایسه آن با چند گیاه شورزیست در ساعات مختلف پس از انکوباسیون.

Figure 1- Gas production curvesf Astragalus podolobus in different phonological stages and compared it with some halophyte plants at different times after incubation

همانطور که نتایج نشان داد با افـزایش مراحـل رشـد کـاهش در تولید گاز مشاهده شد که از این نظر، بیشـترین کـاهش در گونـه‌هـای آستراگالوس پودولوبوس و درمنهٔ دشتی مشاهده شد. شاید بتوان دلیل آن را تفاوت در نوع نمونه‌گیری دانست که در مورد این دو گونه نمونه گیری شامل قسمت‌های برگ و ساقه بود. از دیگر علل کاهش میزان انرژی قابل متابولسیم و قابلیت هضم ماده آلی در گیاه می‌تواند فعالیت ضدتغذیه‌ای ترکیبات فنولی باشـد. وجـود ترکیبـات ضـدتغذیه‌ای و از جمله ترکیبات فنلی تأثیر منفی بر میکروارگانیسم‌های شـکمبه داشـته که این کار را از طرق مختلف از جمله تجزیهٔ دیوارهٔ سـلولی، تـراوش محتویات سلولی، آسیب بـه غشـای سیتوپلاسـم و کـاهش حرکـت پروتون‌ها، اعمال می‌کنند (۱۷) و یا از طریق باند شدن با مواد مغـذی همچون پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها، از هضم میکروبی جلوگیری بـه-عمل می‌آورند (۵۱ و ۱۸).

روند تولید گاز نمونه‌هـای گیـاهی مـورد مطالعـه در طـول مـدت

انکوباسیون در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تا ۱۲ ساعت اول انکوباسیون اختلافی بین گونه‌های مختلف گیاهی در همه مراحل رشد وجود ندارد. روند تولید گاز در طول مدت انکوباسیون در بین نمونه‌های گیاهی در مراحل مختلف رشد از روند خاصی تبعیت نمی‌کند. به عنوان مثال، گیاه درمنهٔ دشتی با اینکه در مرحلهٔ رشد رویشی بالاترین روند تولید گاز را داشت، با این حال، در مرحلهٔ بذردهی پایین‌ترین روند تولید گاز را به خود اختصاص داد. در مرحلهٔ رشد رویشی گونه درمنهٔ دشتی و لیسیوم به ترتیب بالاترین و پایین-ترین روند تولید گاز را داشتند، در حالی که در مرحلهٔ رشد گل‌دهی و بذردهی بالاترین روند تولید گاز مربوط به گیاه آتریپلکس بود. روند تولید گاز گیاه آستاراگالوس پودولوبوس در مرحلهٔ رشد رویشی و بذردهی بعد از گیاه آتریپلکس قرار دارد.

نتایج مربوط به قابلیت هضم ماده خشک و ماده آلی و فراسنجه-های تخمیری در جدول ۳ نشان داده شده است. در بین گونه‌های مختلف از نظر قابلیت هضم ماده خشک در مرحله رشد رویشی، اختلاف مشاهده شد (P<۰/۰۱). بیش‌ترین و کمترین مقدار قابلیت هضم ماده خشک به ترتیب مربوط به گونهٔ درمنهٔ دشتی (۵۸/۶۶ درصد) و آتریپلکس (۵۰ درصد) بود. در بین گونه‌ها از نظر قابلیت هضم ماده خشک در مراحل رشد گل‌دهی و بذردهی اختلاف معنی-داری وجود نداشت؛ با این حال، با افزایش مراحل رشد، قابلیت هضم روند کاهشی نشان داد و بیشترین کاهش قابلیت هضم در گونهٔ لیسیوم (۱۰/۶۶درصد) اتفاق افتاد. پایین‌ترین قابلیت هضم ماده آلی مربوط به دو گونهٔ آتریپلکس و لیسیوم بود. بین گونه‌های مختلف از نظر عامل تفکیک، تولید تودهٔ میکروبی و بازده تولید تودهٔ میکروبی اختلاف وجود داشت (P<۰/۰۱). بیشترین مقدار عامل تفکیک در مرحلهٔ رشد رویشی مربوط به گونهٔ سالسولا (۷/۳۷) و کمترین مقدار در مرحلهٔ بذردهی مربوط به گونهٔ لیسیوم (۳/۴۲) بود. بیشترین مقدار تولید تودهٔ میکروبی برای سه گونهٔ آستاراگالوس پودولوبوس، آتری-پلکس و سالسولا در مرحلهٔ رشد رویشی و برای دو گونه لیسیوم و درمنه دشتی در مرحله گل‌دهی بود. با این حال، در مرحله بذردهی گونهٔ درمنهٔ دشتی بالاترین مقدار تولید تودهٔ میکروبی را داشت. از نظر pH و نیتروژن آمونیاکی در مرحلهٔ رشد رویشی بین گونه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت و گونه آستاراگالوس بیشترین و سالسولا کمترین مقدار نیتروژن آمونیاکی را داشت.

همانطور که نتایج نشان داد قابلیت هضم گونه‌های مورد مطالعه با افزایش مراحل رشد روند کاهشی داشت. تفاوت در قابلیت هضم برآورد شده در این مطالعه با توجه به‌تفاوت در ترکیب شیمیایی نمونه-ها قابل توضیح می‌باشد. با افزایش مراحل رشد مقدار دیوارهٔ سلولی روند افزایشی و مقدار مادهٔ آلی و خاکستر روند کاهشی داشت. به‌طور کلی دو گونهٔ آستاراگالوس پودولوبوس و درمنهٔ دشتی مقادیر قابلیت هضم بالاتری داشتند. در بسیاری از مطالعات مقادیر قابلیت هضم گونه‌های شورزیست را در شرایط مختلف (سن، وضعیت فیزیولوژیک گیاه، زمان برداشت) در دامنهٔ ۴۰ تا ۷۰ درصد گزارش کردند (۱۸). روش برآورد قابلیت هضم نیز در اختلاف مقادیر گزارش شده تأثیر دارد. در شرایط درون‌تنی، ریاسی و همکاران (۴۷) قابلیت هضم مواد مغذی کوشیا و آتریپلکس را در دامنهٔ ۴۰ تا ۵۰ درصد و بنیامین و همکاران (۱۳) قابلیت هضم ظاهری ماده خشک و مادهٔ آلی یک گونهٔ آتریپلکس را به ترتیب ۵۹ و ۵۶ درصد و بن‌سالم و همکاران (۱۱) برای آتریپلکس در دامنهٔ ۳۴/۲ تا ۶۶/۳ درصد گزارش کردند و در شرایط برون‌تنی نیز ۶۰ تا ۷۴ درصد گزارش شده است (۴۶). در این مطالعه دامنهٔ قابلیت هضم ماده خشک و مادهٔ آلی گونه‌های مختلف مورد مطالعه به‌ترتیب بین ۴۱/۳۳ تا ۵۸/۶۶ درصد و ۳۸/۴۲ تا ۵۶/۶۵ درصد قرار داشت.

عامل تفکیک محاسبه شده در این مطالعه که در واقع مبین نسبت مادهٔ آلی ناپدید شده به میلی‌لیتر گاز تولید شده در طول مدت انکوباسیون (۴۲) و شاخصی از راندمان سنتز تودهٔ میکروبی در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد (۱۴)، برای گونهٔ لیسیوم در مرحلهٔ گل‌دهی ۷/۸۴ بالاترین مقدار بود. عامل تفکیک بالاتر به معنی این است که مادهٔ آلی بیشتری به سمت تولید پروتئین میکروبی وارد شده است. در برخی از مطالعات بالاتر بودن عامل تفکیک را به چند خصوصیت خوراک نسبت دادند از جمله اینکه جیره مستعد تولید نسبت مولی بالاتری از اسید چرب فرار پروپیونات می‌باشد، مقدار گاز تولیدی از جمله گاز متان پایین‌تر بوده و در نتیجه اتلاف انرژی در آنها نیز پایین می‌باشد و خوراک‌های با عامل تفکیک بالاتر دارای ماده خشک مصرفی بالاتر توسط دام می‌باشند (۲۰، ۳۲ و ۴۲). با این حال، دامنهٔ مقدار عامل تفکیک در خوراک‌های متعارف بین ۲/۷۴ تا ۴/۶۵ میلی-گرم/میلی‌لیتر گزارش شده است (۴۲). در این مطالعه دامنهٔ مقدار عامل تفکیک بین ۳/۴۲ تا ۷/۸۴ میلی‌گرم/میلی‌لیتر قرار داشت. گونهٔ لیسیوم در مرحلهٔ گل‌دهی بالاترین عامل تفکیک (۷/۸۴ میلی-گرم/میلی‌لیتر) را داشت که در مقایسه با گونه آستاراگالوس پودولوبوس در همان مرحله (۵/۶۰ میلی‌گرم/میلی‌لیتر) به طور معنی-داری بالاتر بود؛ با این وجود، گونهٔ لیسیوم قابلیت هضم و مقدار تولید توده میکروبی پایین‌تری داشت. با توجه به دلایل ذکر شده در بالا این اختلاف توجیه‌ناپذیر بوده و بایستی دلایلی دیگر داشته باشد. در برخی از مطالعات بالا بودن عامل تفکیک را به حضور مواد ضدتغذیه-ای (ترکیبات فنلی، تانن و ...) نسبت داده‌اند که در جریان تخمیر از نمونهٔ خوراکی جدا شده و در ناپدید شدن ماده خشک سهیم می‌شوند بدون آنکه در تولید گاز مشارکت داشته باشند و یا احتمالاً این ترکیبات از حلالیت سلولهای گیاهی جلوگیری می‌کنند (۳۲). سه گونهٔ آتریپلکس، سالسولا و لیسیوم در مرحله بذردهی به طور معنی‌داری پایین‌ترین مقدار تولید تودهٔ میکروبی را داشتند که به نظر می‌رسد به علت پایین‌تر بودن قابلیت هضم آنها در این مرحله باشد. گونه

آتریپلکس در مرحلهٔ بذردهی بالاترین پتانسیل تولید گاز، پایین‌ترین قابلیت هضم ماده آلی و تولید تودهٔ پروتئین میکروبی را داشت که در تضاد با گزارش منصوری و همکاران (۳۴) بود که بیان کردند بالا بودن تولید گاز در شرایط برون‌تنی نشان دهندهٔ بالا بودن انرژی قابل متابولیسم و همچنین نیتروژن قابل تخمیر و سایر مواد مغذی لازم برای فعالیت میکروارگانیسم می‌باشد. با توجه به اینکه همبستگی مثبتی بین تولید گاز و تولید اسید چرب فرار و همبستگی منفی بین تولید گاز و تولید توده میکروبی وجود دارد (۳۲). درمنه دشتی در مرحلهٔ بذردهی در مقایسه با دو گونهٔ لیسیوم و سالسولا از تولید گاز بالاتر همراه با قابلیت هضم و تولید تودهٔ میکروبی بالاتر برخوردار بود و در مقابل آستاراگالوس پودولوبوس در همین مرحله از تولید گاز پایین‌تر و قابلیت هضم و تولید تودهٔ میکروبی بالاتر داشت. لذا به‌نظر می‌رسد که در کنار برآورد فراسنجه‌های تولید گاز اندازه‌گیری قابلیت هضم در شرایط برون‌تنی برای ارزیابی مواد خوارکی لازم می‌باشد. گونهٔ آستارگالوس پودولوبوس در مقایسه با سه گونهٔ شورزیست آتریپلکس، سالسولا و لیسیوم از قابلیت هضم و تولید پروتئین میکروبی بالاتری برخوردار بود.

جدول ۳- قابلیت هضم، فراسنجه‌های تخمیری و تولید تودهٔ میکروبی گیاه آستاراگالوس پودولوبوس در مراحل مختلف فنولوژیکی و مقایسه آن با چند گیاه شورزیست[1]

Table 3- Digestibility, fermentation characteristics and microbial biomass production of *Astragalus podolobus* in different phonological stages and compared it with some halophyte plants[1]

	تیمارها Tretments					میانگین اشتباه استاندارد *SEM*	سطح معنی‌داری *P*-value
	آستاراگالوس پودولوبوس *Astragalus podolubos*	آتریپلکس کانسنس *Atriplex canescens*	سالسولا ریجیدا *Salsola rigida*	لیسیوم *Lyceum barbarum*	درمنه دشتی *Artemisia Sieberi*		
			قابلیت هضم ماده خشک (درصد) *IV DMD*				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	56.00^ab	50.00^b	51.33^ab	54.00^ab	58.66^a	2.34	0.0168
مرحلهٔ گلدهی Flowering	54.00	48.66	48.66	47.33	52.00	2.68	0.424
مرحلهٔ بذردهی Seeding	52.00	41.33	43.33	44.66	50.66	4.71	0.458
			قابلیت هضم مادهٔ آلی (درصد) *IV OMD*				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	56.65^a	47.21^b	49.45^b	48.33^b	51.72^abc	2.17	0.042
مرحلهٔ گلدهی Flowering	54.21	43.09	43.88	43.67	50.68	4.49	0.376
مرحلهٔ بذردهی Seeding	50.57^a	38.42^b	42.76^b	38.97	51.95^a	2.21	0.0032
			عامل تفکیک (میلی‌گرم در میلی‌لیتر) PF				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	5.35^bc	6.12^b	7. 37^a	3.42^c	4.76^cd	0.265	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	5.60^c	5.83^abc	7.06^ab	7.84^a	6.71^abc	0.386	0.0124
مرحلهٔ بذردهی Seeding	5.38^ab	4.95^b	6.27^a	4.33^c	6.06^a	0.297	0.0004
			تولید پروتئین میکروبی (میلی‌گرم/ میلی‌لیتر) MCP				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	146.03^a	120.59^ab	132.28^a	94.27^b	120.86^ab	8.84	0.0049
مرحلهٔ گلدهی Flowering	144.45	108.42	104.31	121.31	152.77	16.66	0.231
مرحلهٔ بذردهی Seeding	128.39^a	84.97^b	92.18^b	93.23^b	142.76^a	6.92	0.0005

			بازده تولید پروتئین میکروبی EMCP				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	0.58^{bc}	0.64^{ab}	0.73^{a}	0.48^{d}	0.53^{cd}	0.0218	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	0.60^{c}	0.62^{bc}	0.68^{ab}	0.71^{a}	0.66^{abc}	0.021	0.022
مرحلهٔ بذردهی Seeding	0.59^{ab}	0.55^{b}	0.65^{a}	0.67^{a}	0.63^{ab}	0.026	0.053
			بازده تولید گاز (میلی‌لیتر/گرم ماده خشک) Gas yield (ml/g DM)				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	166.14^{a}	126.93^{b}	100.24^{b}	189.16^{a}	182.39^{a}	8.34	0.0001
مرحلهٔ گلدهی Flowering	174.29^{a}	148.02^{ab}	102.75^{cd}	76.36^{d}	133.95^{bc}	12.23	0.0017
مرحلهٔ بذردهی Seeding	149.42^{b}	123.52^{b}	93.71^{c}	182.35^{a}	130.55^{b}	9.38	0.0007
pH							
مرحلهٔ رویشی Vegetation	6.71^{ab}	6.82^{a}	6.74^{ab}	6.48^{ab}	6.31b	0.148	0.167
مرحلهٔ گلدهی Flowering	6.31	6.31	6.35	6.36	6.41	0.0371	0.414
مرحلهٔ بذردهی Seeding	6.45	6.32	6.32	6.27	6.24	0.0708	0.310
			نیتروژن آمونیاکی (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) NH_3-N (mg/dL)				
مرحلهٔ رویشی Vegetation	2.39^{a}	1.42^{ab}	1.16^{b}	1.50^{ab}	1.38^{ab}	0.299	0.0101
مرحلهٔ گلدهی Flowering	1.25	3.42	1.37	1.11	2.52	0.767	0.244
مرحلهٔ بذردهی Seeding	1.92	1.05	1.45	1.25	1.24	0.593	0.864

[1] در هر ردیف اعداد با حروف غیر مشابه با یکدیگر اختلاف آماری دارند (P<۰/۰۵).

[1] Means within same row with different superscripts differ (P<0.05).

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج نشان داد که در بین گونه‌های مختلف از نظر ترکیب شیمیایی اختلاف وجود دارد. دو گونهٔ آستراگالوس پودولوبوس و درمنهٔ دشتی در مقایسه با سه گونهٔ دیگر دارای کمترین مقدار خاکستر خام بودند. همسو با افزایش سن گیاه، مقدار دیواره سلولی، خاکستر خام و مقدار ترکیبات فنلی روند افزایشی نشان داد. به‌طور-کلی، ارزش تغذیه‌ای همهٔ گونه‌ها در مرحلهٔ بذردهی در پایین‌ترین مقدار قرار داشت و دو گونهٔ آستراگالوس پودولوبوس و درمنهٔ دشتی از قابلیت هضم بالاتری برخوردار بودند. با توجه به این که گیاه آستراگالوس پودولوبوس در مطالعه‌ای در قالب طرح ملی با توجه به ویژگی آن از جمله بومی بودن و دارای قدرت زادآوری و مقاوم بوده به شرایط اقلیمی مختلف عملکرد مطلوبی داشته است و با در نظر گرفتن ارزش تغذیه‌ای نسبتاً برتر آن در این مطالعه، می‌تواند با اهداف مبارزه با بیابان‌زایی، فرسایش خاک، ریزگردها و حفظ پوشش گیاهی و نیز، با توجه به کمبود علوفه، در تأمین علوفه دام‌های موجود در این مناطق (شتر، گوسفند و بز) مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1- Abarsaji, Gh. A., G. H. Shahi, and M. Pasandi. 2008. Determining forage quality of Hedysarum coronarium in different phenology stages. Journal of Research and Devlopment, 87: 51-55. (In Persian).

2- Agh, K., M. M. Esmaeil, H. Hossini Moghaddam, and H. Mostafalo. 2017. The assessment on propagation methods and establishment of Astragalus podolobus species in arid rangelands in north of Gonbad-e Qabus. Desert Ecosystem Engineering Journal, 16: 1-10. (In Persian).

3- Al-Owaimer, A. N., S. M. Zahran, and B. A. Al-Bassam. 2008. Effect of feeding some types of Atriplex spp. in

complete diet on growth performance and digestibility of growing lambs. Res. Butt., No. (161), Journal of the Science of Food and Agriculture. Center, King Saud Univ. pp 5 – 19.

4- Ammar, H., S. Lopez, J. S. Gonzales, and M. J. Ranilla. 2004. Seasonal variations in the chemical composition and *in vitro* digestibility of some Spanish leguminous shrub species. Animal Feed Science and Technology, 115:327-340.

5- AOAC. 1997. Official Methods of Analysis. Association on Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.

6- Arzani, H. 2009.The quality of forage and the daily requirement of grazing livestock. Tehran University publication. 278 Pp. (In Persian).

7- Asri, Y. 1999. Plant cover of salt marshes of Uromia lake (1st Ed). Jehad Sazandegi Minestry, Pastures and Forests Research and Education Assistance.

8- Azarnivand, H. and M. A. Zare chahouki. 2009. Range Improvement. Tehran University Press.

9- Azizi, O. and S. Mohammadi. 2016. Determination of chemical composition and gas production parameters of some rangeland plants species of Kurdistan province. Livestock Research (Quarterly), 5: 25-34.

10- Bashtini, M. and h. Tavakoli. 2002. Determination of nutritive value of five dominant species of halophyte plants in salt desert lands of Khorasan province, Journal of Pajouhesh and Sazandegi, 55: 2-5. (In Persian).

11- Ben Salem, H., H. C. Norman, A. Nefzaoui, D. E. Mayberry, K. L. Pearce, and D. K. Revell. 2010. Potential use of oldman saltbush (*Atriplex nimmularia Lindl*.) in sheep and goat feeding, Small Ruminant Research, 91: 13-28.

12- Ben Salem, H., A. Nefzaoui, and L. Ben Salem. 2004. Spineless cactus and oldman saltbush as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. Small Ruminant Research, 51: 65-73.

13- Benjamin, R. W., W. E. Oren, E. Katz, and K. Becker. 1992. The apparent digestibility of *Atriplex barclayana* and its effect on nitrogen balance in sheep. Animal Production, 54:259-264.

14- Blummel, M., H. P. S. Makkar, and K. Becker. 1997. *In vitro* gas production: a technique revisited. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 77: 34-24.

15- Blummel, M. and E. R. Ørskov. 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Animal Feed Science and Technology, 40: 109-119.

16- Broderik, G. A. and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and *in vitro* media. Journal of Dairy Science, 63: 64-75.

17- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223–253.

18- El shaer, H. M. 2010. Halophytes and salt – tolerant plants as potential forage for ruminants in near east region. Small Ruminant Research, 91:3-12.

19- Farrukh, H. and J. Mufakhirah. 2009. Nutritional Evalution of Some Forage Plants from Harbio Rangeland, Kalat, Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 41 (3): 1137-1154.

20- Getachew, G., M. Blu¨mmel, H. P. S. Makkar, and K. Becker. 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science and Technology, 72: 261–281.

21- Getachew, G., H. P. S. Makkar, and K. Becker. 2002. Tropical browses: content of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acids and *in vitro* gas production. Journal of Agricultural Science, 139: 341-352.

22- Ghorchi, T. 1995. Determination of chemical composition and digestibility of dominant rangeland plants in Isfahan province. M. Sc. Thesis, Isfahan University, Isfahan, Iran. (In Persian).

23- Hormozi pour, H. 1388. Determination of nutritive value of six species of forage plants in Sistan region. Msc. Thesis, University of Zabol, Zabol.

24- Hosseini, A. 1998. Otecology of *puccinelliadistans* species in Gorgan and dasht region. Journal of pajouhesh and Sazandegi, 36(3): 21- 27. (In Persian).

25- Hosseini-Nezhad, Z., M. Yousef-Elahi. and H. Fazaeli. 2012. Determination of nutritive value of five halophyte plants in Sistan zone. Iranian Journal of Animal Science, 43(1):1-10. (In Persian).

26- Jafari, H., H. Fazaeli, M. A. Mousavi, and S. Varmaghani. 2009. *In vitro* digestibility and gas production of range land forage in Ilam province. Animal seiences Journal (Pajouhesh and Sazandegi) No8-2: pp 85. (in persian).

27- Kocheki, E., M. Nasiri Mahalati, M. Banayan Aval, |and A. Kolahi Ahari. 1973. Grazingmanagement in pastures (Translate). Mashhad Publishing, Mashhad.

28- Larbi, A., J. W. Smith, I. O. Kurdi, I. O. Adeknle, A. M. Rajj, and D. O. Ladipo. 1998. Chemical composition, rumen degradation and gas production characteristics of some multipurpose fodder trees and shrubs during wet and dry seasons in the humid tropics. Animal Feed Science and Technology, 72: 81-96.

29- Laudadio, V., V. Tufarelli, M. Dario, M. Hammadi, M. M. Seddik, G. M. Lacalandar, and C. Dario. 2009. A Survey of chemical and nutritional characteristics of halophyts plants used by camels in Southern Tunisia. Tropical Animal Health and Production, 41: 209-215.

30- Long, R. J., S. O. Apori, F. B. Castro, and E. R. Orskove. 1999. Feed value of native Forages of the Tibetan Plateau of China. Animal Feed Science and Technology, 80:101-113.

31- Macdonald, R. A., E. Edwards, and J. F. D. Green. 1995. Animal nutrition. Published, oliver and Boyed Edinburgh England. 692 pp.
32- Makkar, H. S. P. 2004. Recent advances in the *in vitro* gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources. Assessing quality and safety of animal feeds. FAO, 160: 55-86.
33- Malick, C. P. and M. B. Singh. 1980. In plant enzymology and histo enzymologhy, Kalyani Publishers, New Dehli.
34- Mansuri, H., A. Nikkhah, M. Rezaian, and M. Moradi. 2003. Determination of Roughages Degradability through *In vitro* Gas Production and Nylon Bag Techniques, Iranian Journal of Science and Technology Sciences, 34(2): 495-507. (In persian)
35- Marinas, A., R. Garcia Gonzalez, and M. Fondevila. 2003. The nutritive value of five pasture species occurring in the summer grazing ranges of the Pyrenees. Animal Science. 76: 461-469.
36- Masters, D. G., S. E. Bennes, and H. C. Norman. 2007. Biosaline agriculture for forage and livestock production. Agriculture, Ecosystems and Environment, 119: 234–248.
37- Masters, D. G., H. C. Norman, and R. A. Dynes. 2001. Opportunities and limitations for animal production from saline land. Asian-Australian Journal of Animal Science, 14:199-211.
38- Menke, K. H. and H. Staingass. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Animal Research and Development, 28:7-55.
39- Menke, K. H., L. Rabb, A. Saleweski, H. Steingass, D. Fritz, and W. Schinder. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. Journal of Agriculture Science, 93: 217-222.
40- Moghimi, J. 2005. Introduction of some important species suitable for rangeland development and improvement in Iran. Arvan Publications. 672 Pp. (In persian)
41- NRC, 2001. Nutrient Requirements of dairy cattle.7th ed, National Academy Press. Washington, DC. U.S.A.
42- Olivera, M. P .1998. Use of *in vitro* gas production technique to assess the contribution of both soluble and insoluble fraction on the nutritive value of forage. A thesis submitted to the University of Aberdeen, Scotland, in partial fulfillment of the degree of Master of science in Animal Nutrition.
43- Ørskov, E. R, and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agriculture Science, 92: 499-503.
44- peiravi, M. 1388. Determination of nutritive value of nine species of pastural in sistan region. Msc. Thesis, University of Zabol, Zabol.
45- Parissi, Z. M., T. G. Papachristou, and A. S. Nastis. 2005. Effect of drying method on estimated nutritive value of browse species using an *in vitro* gas production technique. Animal Feed Science and Technology, 30:119-128.
46- Razzaghi, A., R. Valizadeh, and M. Tarahhomi. 2015. Chemical Composition, *in situ* Ruminal Degradability, and Gas Production of Atriplex canesences, Salsola rigida and Aeluropus littoralis. Iranian Journal of Animal Science Research. 7: 1-11.
47- Riasi, A., M. Danesh-Mesgaran, M. D. Stern and M. J. Ruiz Moreno. 2008. Chemical composition, in situ ruminal degradability and post-ruminal disappearance of dry matter and crude protein from the halophytic plants Kochia scoparia, Atriplex dimorphostegia. Suaedaarcuata and Gamanthus gamacarpus. Animal Feed Science and Technology, 141: 209-219.
48- SAS. 2000. SAS User's Guide: Statistics, Version 9.1 Edition. SAS Institute, Cary, NC, USA.
49- Theodorou, M. K., B. A., Milliams, M. S., Dhanoa, A. B. McAllan, and J. France. 1994. A Simple gas feeds. Animal Feed Science and Technology, 48: 185 -197.
50- Towhidi, A. and M. Zhandi. 2007. Chemical composition *in vitro* digestibility and palatability of nine plant species for dromedary camels in the provinc of semnan, Iran. Egyption Journal of Biology. 9: 47-52. (In Persian)
51- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminants, 2th Edition, Comstock Cornell University Press, USA.
52- Zaboli, M, A., Ghanbari, J. Zaboli, and S. Nouri. 2010. Effect of phenological stages on forage quality of Aeluropus lagopoides and Aeluropus littoralis in rangelands around Hamoon Lake. Journal of Rangeland. 4: 404-411. (In Persian)
53- Zandi Esfahan, E., M. H. Assareh, M. Jafari, A. A. Jafari, S. A. Javadi, and G. Karimi. 2010. Phenological effects on forage quality of two halophyte species *Atriplex leucoclada and suaedavermiculata* in four saline rangelands of Iran. Journal of Food, Agriculture and Environment. 8(3 and 4): 999-1003.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 12, No. 1, Spring 2020, p. 1-17

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹، ص. ۱۷-۱

Determination of Chemical Composition, Gas Production Parameters and *in vitro* Digestibility of *Astragalus podolobus* in Different Phenological Stages and Comparison with some Halophyte Plants

F.Aghili pou[1] -J. Bayat Koohsar[2*]- F. ghanbari[2] and M. M. Esmaili[3]
Received: 07-06-2018
Accepted: 13-02-2019

Introduction: Endemic plants of rangelands, especially key species and palatable ones are inevitable for improvement and development of rangelands. The grazing is a critical managing factor regarding to the resources conservation and quantitative and qualitative increase of plants production at the rangeland ecosystems. Rangelands are dynamic ecosystems and changing as a result of the environmental disturbances. Sustainable utilization of rangelands is obtained when the changes become known. The increase in population over the past few decades, due to the increased demand for livestock production, has increased the number of livestock in the rangeland, and as a result, the pressure on the rangelands, especially in arid and semi-arid areas, has damaged many rangelands. After the degradation of rangelands, one-year species, non-palatable and toxic species are replaced by the high quality and palatable species and therefore the quality and quantity of forage in most of the rangelands is by no means satisfactory. Many rangelands in arid and semi-arid regions have been affected by soil erosion and dust and greasy vegetation due to the lack of vegetation. In the vast array, rangelands cultivating non-domestic species have been imported, For example, in dry and semi-arid rangelands of northern of Golestan province, imported species of *Atriplex* cultivate which, despite proper forage production and other benefits, has some disadvantages, including gradual increase of soil salinity, lack of plant regeneration in the years after establishment which cause metabolic disorders in animals, negative effects on native plants, parasite organisms in planting areas and the destruction of the plant due to extreme cold, which will undoubtedly lead to an increase in economic costs after its destruction, as well as reducing fodder production. Therefore, in order to improve and revitalize dry and semi-arid rangelands, it is necessary to introduce, reproduce and deploy indigenous species with high adaptability and high yield.

Materials and Methods: Plant samples in different growth stages (vegetative, flowering and seeding) were collected from arid and semi-arid hilly loess soil located north of Golestan province, Gonbad-e Qabus (Dashli Borun). The Gonbad-e Qabus is located (55º 12 N, 37º 16 E) and 45 m above sea level. The mean annual rainfall amount is below 450 mm and mean annual temperature is above 20 °C. Samples of *Astragalus podolobus*, *Atriplex (A. canesences)*, *Salsola (S. rigida)*, *Lyceum*, *Artemisia sieberi* were taken and air dried at 60 °C for 48 h and milled to pass a 1 and 1.5 mm screen. Their nutritive value was evaluated through determination of chemical compositions and *in vitro* gas production techniques. Samples were tested in an *in vitro* gas production method (96 h incubation) and batch rumen culture system (24 h incubation). Rumen fluid was collected before the morning feed from three fistulated Dalagh male sheep (45 ± 2.5 kg live weight fed on a forage diet at a concentration of 40:60). *In vitro* gas production was measured in triplicate and for each replicate, a sample of 200 mg DM were used. The bottles were then filled with 30 ml of incubation medium that consisted of 10 ml of rumen fluid plus 20 ml of buffer solution and placed in a water bath at 39 °C. Gas production was recorded at 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 h. Total gas values corrected for blank incubation and gas values expressed in ml g-1 of DM. The asymptotic gas production system (A) and rate of gas production (c), organic matter digestibility (OMD), metabolizable energy (ME) and short chain fatty acids (SCFA). A medium similar to one developed for gas production was used for batch rumen culture system to measure pH, and NH_3-N and in vitro digestibility. The pH of the media was measured after 24 h incubation. After 24 h incubation, the contents of each glass bottle were empty, strained through four layers of cheesecloth and then 10 ml of strained rumen fluid was acidified by

1- Former MSc. Student of Animal Science Department, Fculty of Agriculture Science and Natural Resources, Ganbad Kavous Universty, Iran.
2- Assistant Professor of Animal Science Department, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran.
3-Associate Professor of Range management, Faculty of Agriculture Science and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Iran.

10 ml of 0.2 N HCl for determination of NH_3-N using the distillation method. Finally, all contents remaining in the bottles were filtered through nylon bags, oven dried at 60 °C for 48 h and analyzed for IVDMD and IVOMD.

Results and Discussion: Results showed that there were significant differences among plants species for chemical composition. The OM content ranged from 63.77 to 89.33% for all species and *Artemisia sieberi* had highest and *salsola* had lowest at seedling stage. The results of the present study showed that there were significant differences among plants species on potential and rate of gas production. *Artemisia sieberi* and *Atriplex canscens* had highest potential gas production at flowering and seedling, respectively. Salsola had lowest OM digestibility, ME and ACFA concentration. There were significantly differences among different species on DM digestibilty vegetative stage and *Artemisia sieberi* and *Atriplex* had highest (58.66 %) and lowest (50 %) DM digestibilty, respectively. *Salsola* showed the highest value of partitioning factor at vegetative stage(7.37 mg/ml) and lycium showed the lowest value of partitioning factor at seeding stage (3.42 mg/ml).

Conclusion In conclusion, results of current study showed that Astragalus podolobus has nutritive value as similar as Artemisia Sieberi. However, further investigation is needed in order to determine nutritive value of these species.

Keywords: *Astragalus Podolobus*, Gas Production, Halophyte Plants, Nutritive Value.